



Universidad
de Cartagena

1827

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
LABORATORIO DE BIOLOGÍA

FOTOSÍNTESIS

CARLOS ANDRÉS NÚÑEZ VARGAS

ANDRY LUZ MELÉNDEZ MARTÍNEZ

JHONATAN MARÍN MIRANDA

DANIEL ANDRÉS SÁNCHEZ

FÉLIX ANDRÉS PALACIOS PALACIOS

DOCENTE: JESÚS E. ORTIZ MONTAÑEZ

UNIVERSIDAD DE CARTAGENA

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

BIOLOGÍA GENERAL1

CARTAGENA

2018

FOTOSÍNTESIS

INTRODUCCIÓN

En 1883, el Biólogo Alemán Engelmann aprovecho la forma de los cloroplastos en *Spirogyra* (alga verde), y los expuso a un espectro cromático producido por un prisma y concluyó que la fotosíntesis ocurría más rápido en las áreas donde el cloroplasto estaba iluminado por los colores que más absorbe la clorofila. Tomando en cuenta que en el proceso de fotosíntesis se produce oxígeno y que altas concentraciones de este atraen bacterias móviles, procedió a determinar de acción de la fotosíntesis al observar que las bacterias nadaban hacia las porciones de *Spirogyra* localizadas en las regiones rojas y azul del espectro y que en ausencia de estas no se movían; esto lo llevó a concluir que la fotosíntesis dependía de la clorofila de los cloroplastos (VILLEE, 1996). En la actualidad, se define la fotosíntesis como un proceso fisicoquímica por el cual las plantas, las algas y las bacterias fotosintéticas utilizan la energía de la luz solar para sintetizar compuestos orgánicos y la liberación de oxígeno molecular. Por otra parte, es importante recordar que la fotosíntesis requiere de energía lumínica y H₂O para sintetizar ATP y NADPH, moléculas usadas posteriormente para producir glúcidos a partir de CO₂. En la fotosíntesis se llevan a cabo dos grupos principales de reacciones, las reacciones lumínicas y las del ciclo de Calvin. En las reacciones luminosas la luz se convierte en energía química. Durante esta fase las reacciones hacen que las moléculas de agua se desintegren, quedando disponibles los hidrógenos y la energía para continuar con el ciclo de Calvin. Los oxígenos son liberados. El ciclo de Calvin es la serie de reacciones por medio de las cuales se forman azúcares sencillos mediante la utilización de dióxido de carbono y del hidrogeno del agua (figura 1.0).

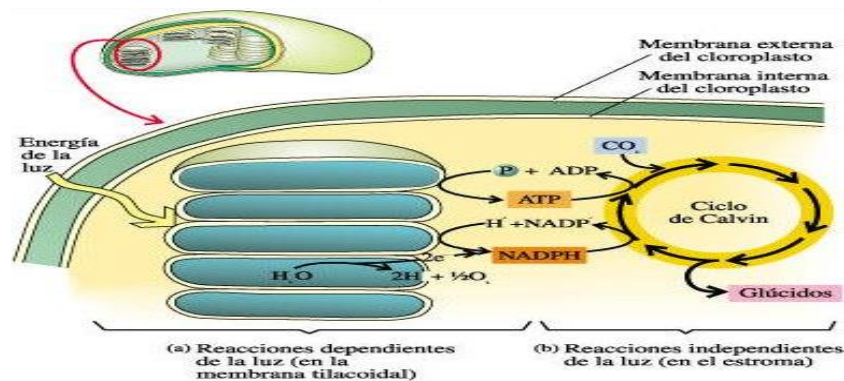


FIG. 1.0 ESQUEMA GLOBAL DE LA FOTOSÍNTESIS

MARCO TEÓRICO

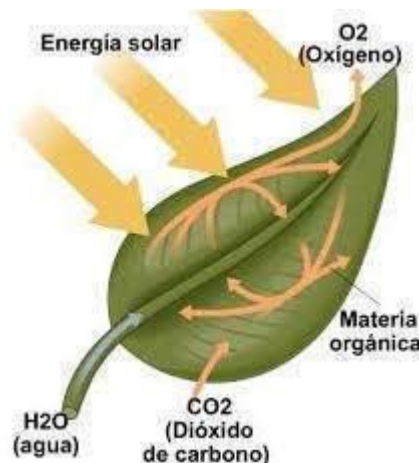
Fotosíntesis

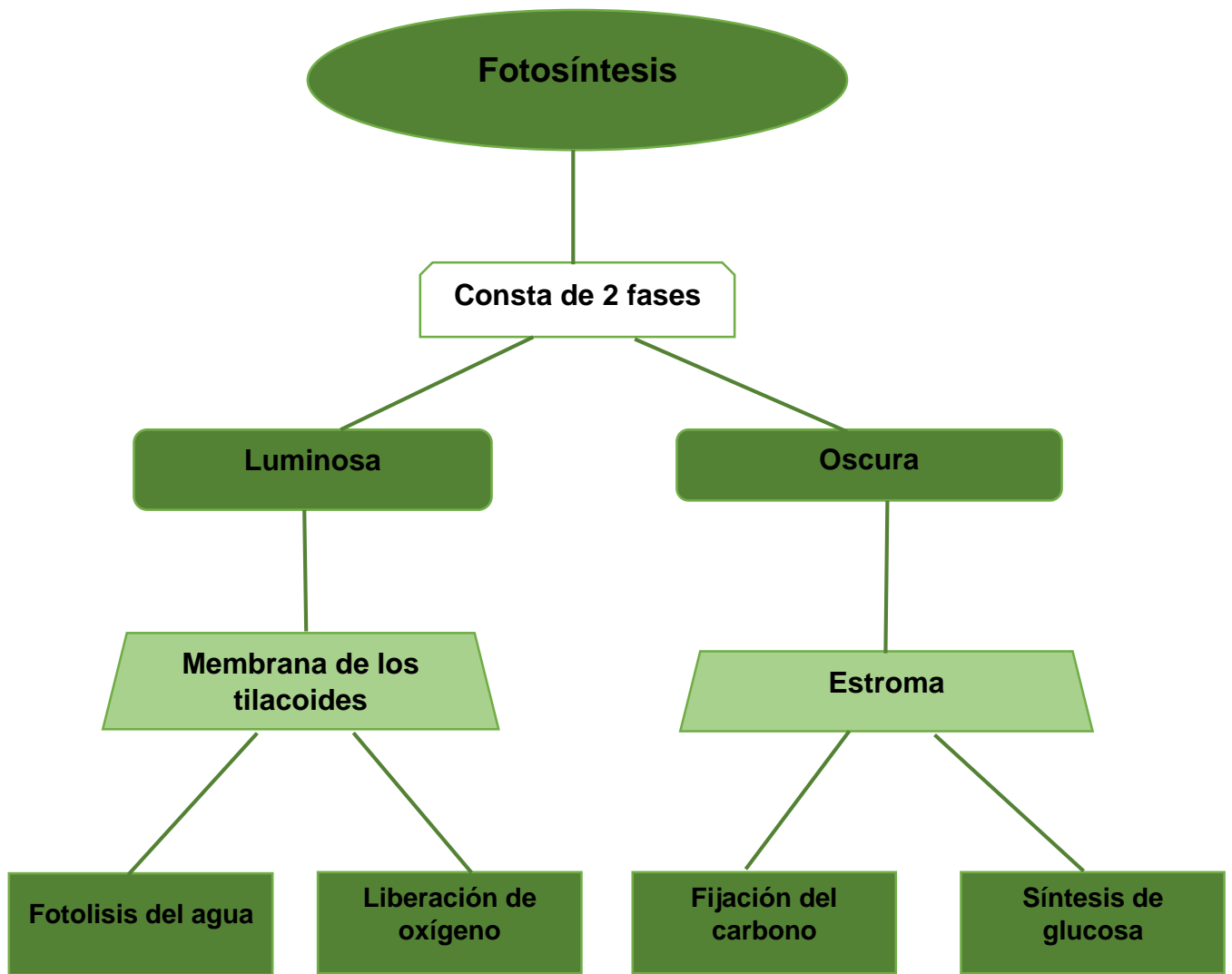
La Fotosíntesis es un proceso mediante el cual las plantas producen sustancias orgánicas a partir de dióxido de carbono y agua en presencia de clorofila (captadora de la energía solar). La fotosíntesis es el proceso químico más importante en la Tierra, mediante el cual se sintetizan sustancias orgánicas a partir de la energía lumínica solar.

Existen organismos que se alimentan de otros seres vivos, y son llamados heterótrofos. También existen unos capaces de sintetizar su propio alimento, A estos organismos se les llama autótrofos, donde encontramos a las plantas verdes, que realizan el proceso de la fotosíntesis. Adicionalmente, todas las plantas, algas y cianobacterias que realizan la fotosíntesis son considerados organismos fotoautótrofos. La fuente de energía de éstos es la luz del sol y su principal fuente de hidrógeno es el agua, produciendo como desperdicio, en la mayoría de los casos el oxígeno vital para la vida en la tierra.

La fotosíntesis se realiza en las hojas y tallos verdes de la planta, en unas estructuras especiales de las células vegetales: los cloroplastos. Estos organelos contienen la clorofila, un pigmento verde que es sensible a la energía luminosa y la usa de manera eficiente para poner en marcha la fotosíntesis. Para que se realice la fotosíntesis es necesario la disponibilidad de luz y presencia de clorofila. El proceso ocurre mientras la planta recibe luz, bien sea natural o proveniente de una fuente artificial, existen dos tipos de fases en dicho proceso: la fase luminosa y fase oscura.

La fase lumínica recibe su nombre porque para esta es necesaria la luz y la energía solar, Ésta es captada por la clorofila permitiendo que se realice la fotólisis, reacción en la cual el agua desdobra en hidrógeno y oxígeno. La fase oscura, Esta fase requiere de compuestos formados durante la fase luminosa, además del dióxido de carbono que es tomado del ambiente. Éste último se combina con el hidrogeno liberado en la fotólisis y otros compuestos para formar glucosa, un carbohidrato sencillo.





Para entender el proceso de fotosíntesis es importantes saber que ocurre en cada momento y que moléculas y enzimas intervienen en el proceso de la misma, así mismo conocer la función de cada uno, para esto se definiremos términos que tiene relación a este proceso:

CARBOXILASA: Enzima que participa en reacciones sintéticas en las que se unen dos moléculas a expensas de un "enlace fosfato de alta energía" del ATP.

FEDERROXINA: son unas proteínas hierro-azufre que intervienen en el transporte de electrones en algunas reacciones del metabolismo. Interviene en la fotofosforilación cíclica y acíclica durante la fotosíntesis.

PLASTOCIANINA: La plastocianina es una cuproproteína involucrada en la cadena de transporte de electrones. Es una proteína monomérica con un peso molecular de alrededor de 10,5 KDa y 99 aminoácidos que se encuentra en la mayoría de las plantas, su nombre se debe a que se localiza en los cloroplastos y por su color azul en la forma oxidada.

PLASTOQUINONA: La plastoquinona (abreviada PQ) es un lípido, concretamente un isoprenoide, que se encuentra en la membrana tilacoidal de los cloroplastos. Participa en el proceso anabólico de las plantas y las cianobacterias, a la que les otorga autonomía en cuanto a su nutrición, o sea, la fotosíntesis. Aunque el aporte de la plastoquinona parezca ínfimo en los fotosistemas o los complejos citocromos, no es así. Para que pueda ocurrir el transporte de electrones entre los fotosistemas I y II son necesarias cadenas polipeptídicas en las que la plastoquinona desempeña un papel indispensable

RUBISCO: RuBisCO es la forma abreviada con que normalmente se designa a la enzima cuyo nombre completo es ribulosa-1,5-bisfosfato carboxilasa oxigenasa, esta enzima tiene un doble comportamiento que justifica su nombre, catalizando dos procesos opuestos, Primero la fijación del dióxido de carbono CO₂ a una forma materia orgánica, lo que justifica su clasificación como carboxilasa, la fotorrespiración, en la que actúa como oxigenasa del mismo sustrato.

TILACOIDES: Los tilacoides son unos compartimentos del interior de los cloroplastos. (Ver figura 1.4), y también presentes en las cianobacterias, dónde tiene lugar la fase lumínica de la fotosíntesis. El nombre proviene del griego “thylakos”, que significa “saco” o “bolsa”, y hace referencia a la forma de saco aplanado característica de los tilacoides.

Referencias

1. Palmero MLR (2000) Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza de la Biología y la investigación en el estudio de la célula *Investigações em Ensino de Ciências* 5(3): 237-263.
2. Caballer MJS, Giménez I (1992) Las ideas de los alumnos y alumnas acerca de la estructura celular de los seres vivos.
3. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas 10(2): 172-180.
4. , D. (2009). Overview: The curious observer. *Lens on Leeuwenhoek*. Retrieved from: <http://lensonleeuwenhoek.net/content/overview-curious-observer>.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- ✚ Reconocer a través de pruebas in vitro el proceso de la fotosíntesis, su importancia y los pigmentos fotosintéticos presentes en la clorofila.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✚ Identificar de la gama de colores presentes en la clorofila a través de Cromatografía de papel.
- ✚ Desarrollar destrezas y habilidades en la producción de oxígeno a través del fenómeno de fotosíntesis.

MATERIALES

- ✚ Vaso de precipitados de 250 ml
- ✚ Papel filtro
- ✚ Pipeta Pasteur
- ✚ Espinaca
- ✚ Vidrio de reloj
- ✚ Mortero con pistilo
- ✚ Acetona
- ✚ Bicarbonato de sodio 10%
- ✚ Elodea
- ✚ Tubo de ensayo
- ✚ Lámpara
- ✚ Regla
- ✚ Cuchara de medición
- ✚ Una Bretaña
- ✚ Pinzas para tubo de ensay

PROCEDIMIENTOS

Fotosíntesis

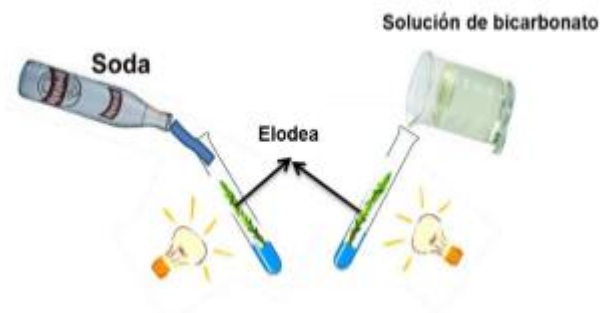
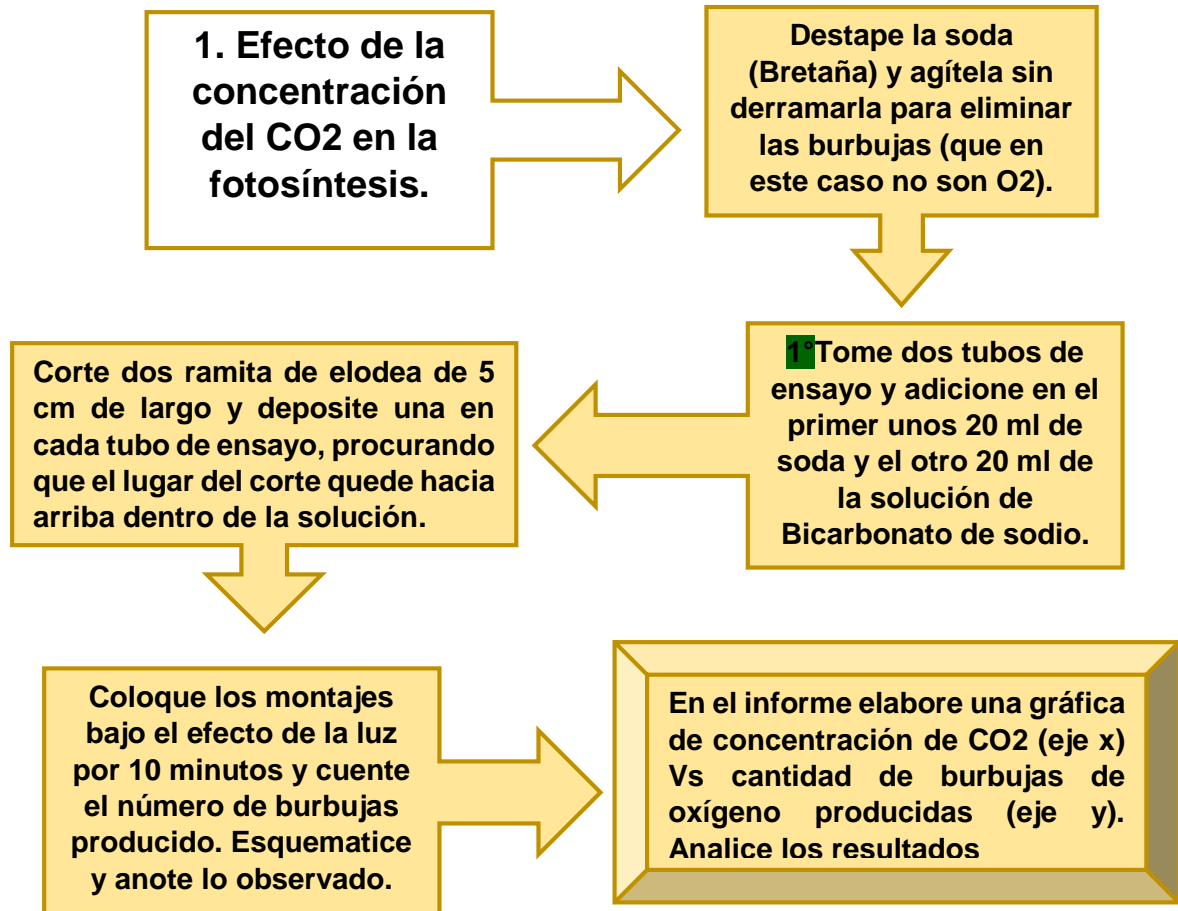


FIGURA 1.1 MONTAJE DEL EFECTO DE CONCENTRACIÓN DE CO₂

2do paso: Tome 2 montajes y póngalos en un lugar con poca luz.

4to paso: Al cabo de este tiempo anote el número de burbujas y esquematice lo observado.

1er paso: Realizar los mismos pasos del procedimiento anterior. Con la diferencia de que tomará 4 tubos de ensayos 2 con elodea con soda y 2 con elodea con bicarbonato.

3er paso: Cuando aparezcan las primeras burbujas anote el tiempo y observe por 5 (cinco) minutos en ambos procedimientos (con suficiente luz y con poca luz).

5to paso: ¿Dónde se produjo más burbujeo? ¿A qué se debe? ¿Determine los mecanismos de reacción existente en el proceso donde hay suficiente luz?

Separación de pigmentos fotosintéticos por cromatografía de papel:

Tome el papel filtro o papel cromatográfico de 2 x 10 cm. Evite en lo posible tocar el papel con las manos sucias y solo trate de sujetarlo por los bordes.

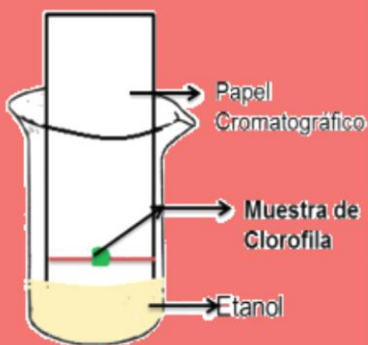
Trace con lápiz una línea horizontal, esta línea debe trazarse a 2 cm del extremo inferior. En el centro de esa línea punteada colocar una gota del extracto de clorofila extraído de la espinaca.

Tome una muestra de este extracto con ayuda de una pipeta Pasteur y la lleva a la cámara cromatográfica (frasco) previamente montada por su coordinador de laboratorio.




Para la extracción de la clorofila tome el mortero y pique en trozos pequeños la espinaca y adiciónale 20 ml de acetona y macere hasta obtener un extracto de color verde oscuro.

Para la cámara cromatográfica tomamos un beaker de 50 ml y se adicionan 40 ml de etanol y se tapa con la ayuda de un vidrio de reloj, procurando que se forme una atmosfera de alcohol.

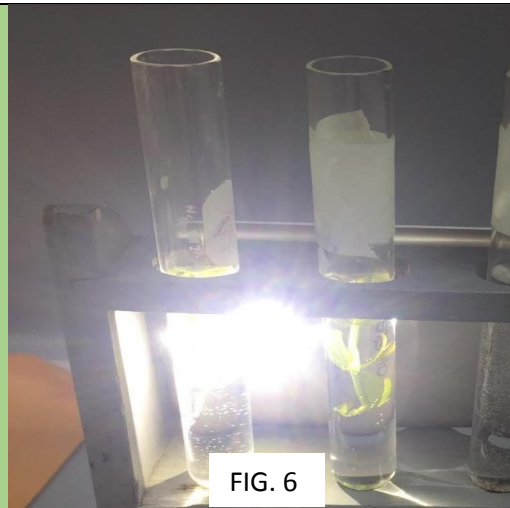
Deje en esta cámara por espacio de 20 minutos, procurando que la muestra de clorofila colocada en el papel cromatográfico no tenga contacto con el etanol.



PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

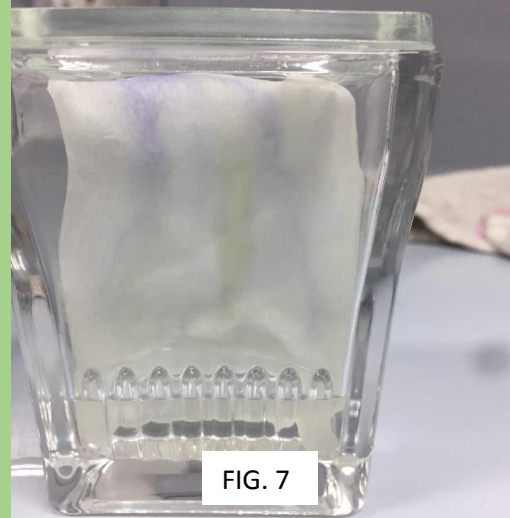
OBJETO OBSERVADO	FOTOGRAFÍA O DIBUJO	ANÁLISIS Y CONCLUSIÓN
<p>2 tubos de ensayo con bicarbonato y soda en suficiente luz</p>	 <p style="text-align: center;">FIG. 3</p>	<p>En las hojas de la elodea se puede notar las burbujas de oxígeno que ha producido la elodea a base de dióxido de carbono presente en el bicarbonato y la soda a partir de luz.</p>
<p>2 tubos de ensayo con soda, uno con poca luz y otro con mucha.</p>	 <p style="text-align: center;">FIG. 4</p>	<p>En esta imagen se puede observar dos tubos de ensayo que contienen soda, uno de ellos es expuesto a la luz y el otro se deja a poca luz, con el fin de observar las diferentes etapas de la fotosíntesis, en etapa oscura y etapa luminosa.</p>
<p>2 tubos de ensayo con bicarbonato; una con poca luz y otro con mucha luz</p>	 <p style="text-align: center;">FIG. 5</p>	<p>En esta imagen se puede observar dos tubos de ensayo con bicarbonato, uno de ellos expuesto a la luz y otro con poca luz, con el fin de ver la diferencia entre las diferentes etapas.</p>

2 tubos de ensayo con soda y bicarbonato en poca luz.



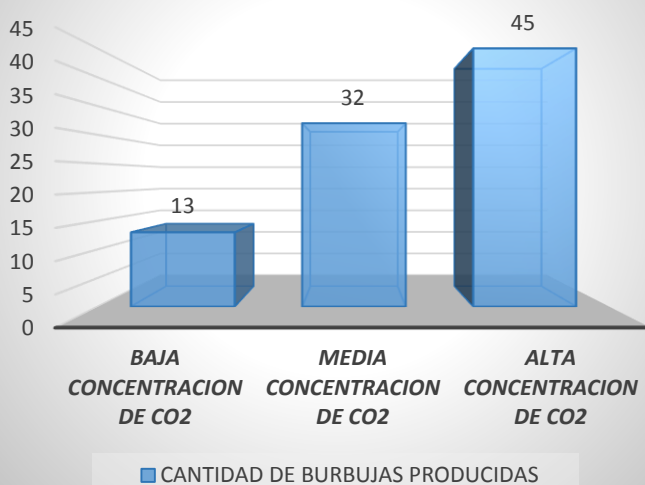
Dos tubos de ensayo, uno con agua de bicarbonato y otro con agua de soda expuestos a la luz, se observa en cada uno de ellos el proceso de fotosíntesis, donde uno de ellos produce más oxígeno, debido a que hay más concentración de CO₂

Papel filtro con extracto de clorofila

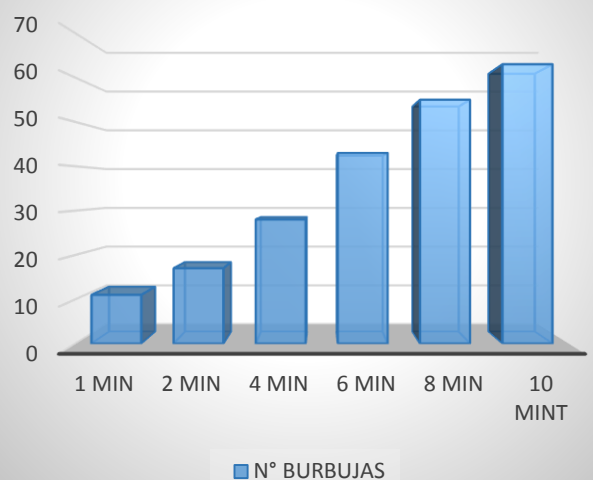


En esta imagen podemos observar una cámara cromatografía, donde se hizo la práctica de pigmento, en la cual se obtuvo en el papel filtro unas manchas de color violeta y otras verde.

GRÁFICA DE CONCENTRACIÓN DE CO₂ (EJE X) VS CANTIDAD DE BURBUJAS DE OXÍGENO PRODUCIDAS (EJE Y).



Nº BURBUJAS AL PASAR 10 MINUTOS



Podemos notar en cada una de las gráficas que a mayor concentración de dióxido de carbono mayor es la producción de oxígeno en la fase lumínica.

DISCUSIÓN

El proceso de fotosíntesis es llevado a cabo por cada una de las plantas mediante los cloroplastos, el proceso de fotosíntesis consiste en la absorción de dióxido de carbono y con ayuda del agua y energía de la luz se produce glucosa, la cual libera oxígeno, por tal razón las plantas son organismos vital para la vida humana, podemos observar que en la fase luminosa en la cual participa la luz solar. Se produce en los *tilacoides* del cloroplasto. La clorofila capta la luz solar y ésta rompe la molécula de agua (H_2O), separando el hidrógeno (H) del oxígeno (O). El oxígeno se libera a la atmósfera y la energía no utilizada es almacenada en moléculas especiales llamadas ATP. Si no hubiera presencia de luz actuara la fase oscura, la cual se llama así porque no requiere de la energía de la luz solar. Se produce en el *estroma* del cloroplasto. El hidrógeno resultante de la fase anterior se suma al dióxido de carbono (CO_2) generando la producción de compuestos orgánicos, principalmente carbohidratos (glucosa). Este proceso se desencadena gracias a la energía almacenada en moléculas de ATP, durante la fase anterior. Luego de la formación de glucosa, mediante otras reacciones químicas se forma almidón y varios carbohidratos más. Sin el proceso de la fase lumínica este proceso de fase oscura fuera difícil que se desarrollara, ya que no están presente los ATP que se producen en la fase lumínica.

En nuestra práctica podemos notar que en la fase lumínica hay mayor producción de oxígeno debido a que los diferentes tipos de agua que se utilizaron poseían una concentración de dióxido de carbono, y en la fase oscura hay poca liberación de dióxido de carbono debido que no hay la suficiente energía, para que este se desarrolle de manera normal.

En nuestra práctica se pudo diferenciar en cada una de las etapas como actuaba la planta en la formación de oxígeno, mediante el dióxido de carbono.

CONCLUSIÓN

Para la conclusión de esta práctica comenzaremos puntualizando en la importancia del proceso de fotosíntesis, para la vida en el planeta, y en segunda medida la comprensión de los objetivos propuesto al inicio de esta práctica, con ello concluimos que se logró:

- Conocer ampliamente como se lleva a cabo el proceso de la fotosíntesis, en sus dos etapas.
- Conocer las dos etapas del proceso de fotosíntesis; la fase lumínica y la fase oscura o ciclo de Kelvin.
- Se entendió la importancia del proceso de la fotosíntesis para la llevar a cabo la vida en el planeta, pues se considera de este el proceso más importante para continuar con el ciclo de la vida.
- Se comprendió la importancia y la relación entre las dos etapas de la fotosíntesis; la fase lumínica y la fase oscura o ciclo de Kelvin.
- Investigamos los términos desconocidos para así poder entender de forma más clara cada punto de taller, y comprender de manera clara el proceso de la fotosíntesis.
- Identificar los pigmentos de la clorofila y su relación con la fotosíntesis, lo identificamos con el proceso de la tinción de extracto de clorofila en el papel filtro.
- Identificar la importancia de las moléculas que intervienen en la fotosíntesis.
- Notar como influye en el proceso de fotosíntesis la cantidad de luz que esta recibe. Esto lo pudimos observar por medio de la exposición a gran cantidad de luz y poca luz que se hizo con la elodea.
- Logramos conocer las sustancias necesarias para llevar a cabo la fotosíntesis, y el resultado final de las reacciones de las mismas, a si también se entendió la labor de otras moléculas como encimas que intervienen es este proceso.

CUESTIONARIO

1. ¿Qué se entiende por fase luminosa o fotoquímica?

La **fase fotoquímica, fase luminosa, fase clara o reacción de Hill** es la primera etapa o fase de la fotosíntesis, que depende directamente de la luz o energía lumínica para poder obtener energía química en forma de ATP y NADPH, a partir de la disociación de moléculas de agua, formando oxígeno e hidrógeno. La energía creada en esta fase, será utilizada durante la fase oscura, para de esta forma continuar con la fotosíntesis.

Este proceso se realiza en la cadena transportadora de electrones del cloroplasto, en los complejos clorofila-proteína que se agrupan en unidades llamadas **fotosistemas** que están en los **tilacoides**(membranas internas) de los cloroplastos.

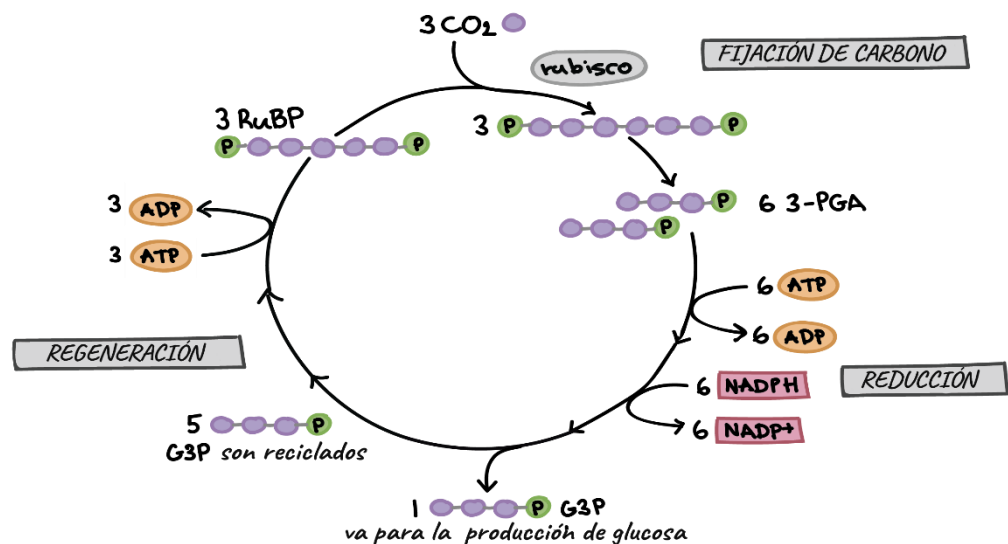
2. ¿Qué diferencia se encuentra entre la fase luminosa cíclica y la fase oscura o Biosintética?

La Fase Luminosa o Fotoquímica de la Fotosíntesis se realiza en presencia de luz solar dentro de los Tilacoides (Sacos membranosos aplanados y apilados a la manera de pilas de monedas) denominados Grana o Granum. Allí los fotones de luz solar son transformados gracias a los Sistemas pigmentarios o Fotosistemas en energía química (ATP y la coenzima reducida NADPH₂). Se realiza en forma Acíclica con intervención de 2 Fotosistemas (PSI y PSII) en donde se realizará un acto fotoquímico diferente en cada uno de ellos. Depende exclusivamente de la luz solar.

En cambio, la Fase Oscura de la fotosíntesis o Ciclo de Calvin-Benson se realiza en forma Independiente de la luz solar en el "Estroma o Matriz del cloroplasto" en forma Cíclica dependiendo de los productos obtenidos en la fase anterior para su activación (ATP y NADPH₂). Allí se Fija y se reduce el CO₂ atmosférico mediante la Rubisco (Enzima carboxilasa- oxigenasa) en Hidratos de Carbono

(Glucosa, Almidón, etc) que representan los productos sintetizados en la Fotosíntesis.

3. Esquematice el ciclo de Calvin y realice un breve resumen explicando lo sucedido.



Fijación del carbono. Una molécula de CO_2 se combina con una molécula aceptora de cinco carbonos, ribulosa-1,5-bisfosfato (RuBP). Este paso produce un compuesto de seis carbonos que se divide para formar dos moléculas de un compuesto de tres carbonos, ácido 3-fosfoglicérico (3-PGA). Esta reacción es catalizada por la enzima RuBP carboxilasa/oxigenasa o RUBisCO.

Reducción. En la segunda etapa, el ATP y NADPH se utilizan para convertir las moléculas de 3-PGA en moléculas de azúcar de tres carbonos, gliceraldehído-3-fosfato (G3P). Esta etapa se llama así, porque NADPH debe donar sus electrones o reducir a un intermediario de tres carbonos para formar el G3P.

Regeneración. Algunas moléculas de G3P se van para formar glucosa, mientras que otras deben reciclarse para regenerar el aceptor RuBP. La regeneración necesita ATP e implica una compleja serie de reacciones, que a mi profesor de biología de la preparatoria le gustaba llamar "secuencia desordenada de carbohidratos".

4. Investigue sobre la fotorrespiración

La **fotorrespiración** es un proceso que se produce en las plantas por el cual éstas utilizan oxígeno (O_2) y producen dióxido de carbono (CO_2). Como dicho proceso sucede en presencia de la luz y el balance es semejante al de la respiración se denomina fotorrespiración.

Pero a diferencia de la respiración, que es un proceso en el que se produce energía, la fotorrespiración no produce energía sino que la consume.

Las plantas realizan fotosíntesis con el objeto de almacenar la energía solar en compuestos orgánicos altamente energéticos. En ese proceso de fotosíntesis las plantas toman dióxido de carbono del aire y liberan oxígeno. La fotorrespiración es, pues, un sistema contrario a la fotosíntesis y negativo para las plantas.

La fotorrespiración se incrementa conforme aumenta la temperatura ambiente, lo cual sucede especialmente en días claros y soleados. A mayor temperatura, más tasa de fotorrespiración, llegando a igualar en ocasiones la tasa de fotosíntesis. En esos momentos el ritmo de crecimiento de las plantas se detiene.

La causa de este proceso de fotorrespiración es la acción de una enzima que poseen las plantas. Esta enzima, denominada rubisco (ribulosa-1-5-bisfosfato carboxilasa/oxigenasa) se comporta como fijadora de carbono en la fotosíntesis, pero a determinada temperatura empieza a comportarse como oxigenasa, es decir, capturadora de oxígeno.

5. ¿Porque se relaciona a las ananas comus como plantas CAM?

DIFERENCIAS EN LAS VIAS METABOLICAS C3, C4 Y CAM Por: Dr. A. Benavides Tesis: Las modificaciones en estructura y fisiología de las plantas C4 y CAM frente a las C3 son el resultado de la presión selectiva del ambiente sobre un carácter complejo: uso eficiente del agua frente a la asimilación de CO_2 . Argumento: La ruta metabólica C3 se encuentra en los organismos fotosintéticos como las cianobacterias, algas verdes y en la mayoría de las plantas vasculares. Las vías metabólicas C4 y CAM se encuentran solo en plantas vasculares. Las vías C4 y CAM involucran mecanismos especializados para la concentración y transporte del CO_2 a los sitios de fijación por RUBISCO

(vía C3), pagando un precio extra en términos de ATP por unidad de CO₂ fijado, sin presentar ninguna modalidad o mejora bioquímica en términos de la eficiencia de RUBISCO sobre la vía C3. De las especies estudiadas hasta el momento aproximadamente el 89% son C3 , el 10% son CAM y el restante 1% son C4 ; adicionalmente se conocen unas cuantas especies que son intermedias C3-C4.

BIBLOGRAFÍA

1. "Biología Molecular de la Célula" Alberts y col. 5ta. Edición. Editorial Omega (2010).
2. "Biología Celular y Molecular". Lodish y col. 5ta. Edición. Editorial Médica Panamericana (2005).
3. "Molecular Cell Biology" Lodish y col. 7th Edition W H Freeman & Co. (2013).
4. "Biología Celular y Molecular, conceptos y experimentos" Karp, 6ta. Edición (2011).
5. <https://www.radicalnutrients.com/2016/06/16/la-respiracion-y-la-fotosintesis/>
6. <http://www.conacytprensa.mx/index.php/ciencia/mundo-vivo/4361-fotosintesis-y-la-respiracion-de-las-pla>

